

SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING PICTURE AND DEVICE AND METHOD FOR REPRODUCING PICTURE

Patent number: JP9171567

Publication date: 1997-06-30

Inventor: TAKANO TAKESHI

Applicant: SEGA ENTERPRISES KK

Classification:

- international: G06T3/00; G06T13/00; G06T17/00; G06T17/40;
G06T3/00; G06T13/00; G06T17/00; G06T17/40; (IPC1-7): G06T13/00; G06T3/00; G06T17/40

- european:

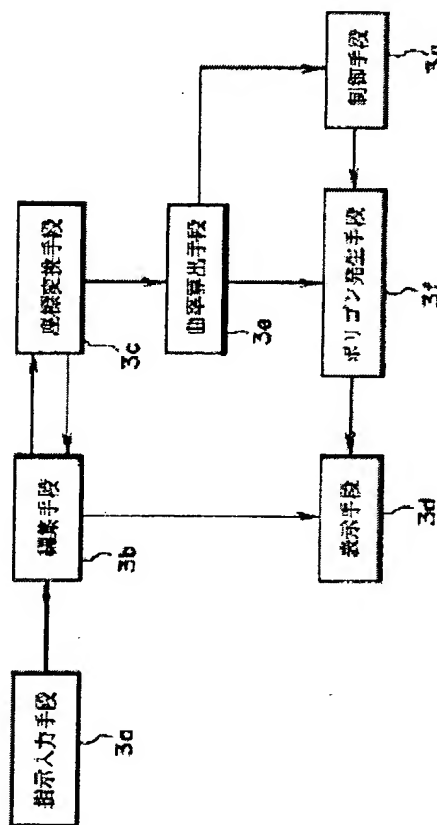
Application number: JP19950330899 19951219

Priority number(s): JP19950330899 19951219

Report a data error here

Abstract of JP9171567

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce labor for generating a picture in an absolute coordinate system and also to reduce the number of polygons while smoothly displaying a curved surface. **SOLUTION:** A system is provided with an instruction input means 3a capable of inputting the instruction of an operator, an execution editing means 3b executing the editing and generation of the picture in a view-point coordinate system based on instruction contents and a transforming means 3c transforming the picture expressed by the view-point coordinate system into the picture of the absolute coordinate system, etc. Besides, a curvature calculating means 3e calculating the curvature of a course provided in the absolute coordinate system and a control means 3g deciding the length of the polygon in accordance with the course curvature are provided so that the number of polygons are reduced while smoothly displaying a course curved part.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-171567

(43) 公開日 平成9年(1997)6月30日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 13/00			G 0 6 F 15/62	3 4 0
17/40				3 5 0 K
3/00			15/66	3 4 0

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平7-330899

(22) 出願日 平成7年(1995)12月19日

(71) 出願人 000132471

株式会社セガ・エンタープライゼス

東京都大田区羽田1丁目2番12号

(72) 発明者 高野 豪

東京都大田区羽田1丁目2番12号 株式会

社セガ・エンタープライゼス内

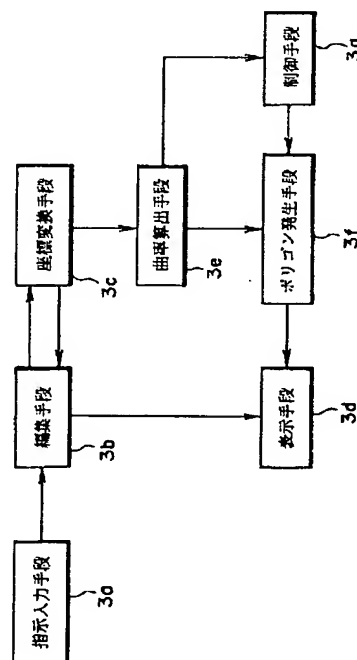
(74) 代理人 弁理士 稲葉 良幸 (外2名)

(54) 【発明の名称】 画像作成システム、画像作成方法、画像再生装置、および画像再生方法

(57) 【要約】

【課題】 絶対座標系上における画像作成の労力を軽減するとともに、曲面を滑らかに表示しながらポリゴン数を削減する。

【解決手段】 オペレータの指示を入力可能な指示入力手段3a、指示内容に基づき視点座標系上の画像に対して編集および作成を行う実行編集手段3b、視点座標系で表された画像を絶対座標系の画像に変換する変換手段3c等を設ける。絶対座標系上に設けられたコースの曲率を算出する曲率算出手段3e、コースの曲率に応じてポリゴンの長さを決定する制御手段3gを設けることによって、コース湾曲部を滑らかに表示しながらポリゴン数を削減する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像作成の指示を入力可能な指示入力手段と、

指示入力手段に入力された指示に従い、視点座標で表された画像を編集する編集手段と、

視点座標系上の上記画像を表示する表示手段と、

視点座標系上の上記画像を絶対座標系上の画像に変換する座標変換手段とを備えた画像作成システム。

【請求項2】 上記視点座標系の原点は、上記絶対座標系上の予め定められた軌道上を移動可能である請求項1記載の画像作成システム。

【請求項3】 上記編集手段は、所定形状の平面画像を掃引することによって立体画像を生成可能な請求項1記載の画像作成システム。

【請求項4】 上記絶対座標系上の画像は、背景画像、当該背景画像中の静止物体、および、当該背景画像中を移動可能なキャラクタを含む請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の画像作成システム。

【請求項5】 上記指示入力手段には、上記キャラクタの動作内容を指示入力可能であるとともに、上記編集手段は、指示入力された動作内容を表すデータを生成し、

上記表示手段は、指示入力された動作内容に従い上記キャラクタを動作させる請求項4記載の画像作成システム。

【請求項6】 予め定められた軌道に沿ってポリゴンを発生させるポリゴン発生手段と、

上記軌道のうち、予め定められた湾曲よりも急な湾曲の部分については、ポリゴンを上記長手方向に亘って分割するように上記ポリゴン発生手段を制御する制御手段を備えた画像作成システム。

【請求項7】 予め定められた軌道に沿ってポリゴンを発生させるポリゴン発生手段と、

上記軌道の曲率を算出する曲率算出手段と、

上記軌道のうち、曲率の累積値が所定値を超えた部分については、上記軌道の長手方向に亘ってポリゴンを分割するように上記ポリゴン発生手段を制御する制御手段とを備えた画像作成システム。

【請求項8】 上記制御手段は、上記軌道の長手方向のポリゴンの長さが予め定められた最大長よりも短くなるようにポリゴン発生手段を制御する請求項6または請求項7のいずれかに記載の画像作成システム。

【請求項9】 画像作成の指示を入力可能な指示入力手段と、

指示入力手段に入力された指示に従い、視点座標で表された画像を編集する編集手段と、

視点座標系上の上記画像を絶対座標系上の画像に変換する座標変換手段と、上記絶対座標系上の予め定められた軌道に沿ってポリゴンを発生させるポリゴン発生手段と、

上記軌道の曲率を算出する曲率算出手段と、

上記軌道のうち、曲率の累積値が所定値を超えた部分については、ポリゴンを上記軌道の長手方向に亘って分割するように上記ポリゴン発生手段を制御する制御手段と、

視点座標系上の上記画像、および、上記ポリゴンによって構成された画像を表示する表示手段とを備えた画像作成システム。

【請求項10】 画像作成を指示し、

当該指示に従い、視点座標で表された画像を編集し、

視点座標系上の上記画像を表示し、

視点座標系上の上記画像を絶対座標系上の画像に変換する画像作成方法。

【請求項11】 上記視点座標系の原点は、上記絶対座標系上の予め定められた軌道上を移動可能である請求項10記載の画像作成方法。

【請求項12】 予め定められた軌道を長手方向に亘って仮想的に区分するとともに、各区分の曲率を順に算出し、

算出された曲率の累計が所定値を超えた場合には、新たなポリゴンを生成し、

当該累計が所定値を超えない場合であっても、予め定められた数の区分に亘って一つのポリゴンが生成された場合には、新たなポリゴンを生成する画像作成方法。

【請求項13】 第1画像上に第2画像を重ねた画像を再生可能な画像再生装置であって、

第1画像および第2画像を記憶可能な記憶手段と、

第1画像上に配置可能な第2画像の数を算出し、当該算出結果に従い、第1画像上に第2画像を配置する画像配置手段とを備えた画像再生装置。

【請求項14】 上記画像配置手段は、第1画像の全長の値を第2画像の全長の値で割った結果得られた商を、第1画像上に配置可能な第2画像の数とする請求項13記載の画像再生装置。

【請求項15】 上記第1画像は建築物を表し、上記第2画像は窓を表す請求項13または請求項14のいずれかに記載の画像再生装置。

【請求項16】 第1画像上に配置可能な第2画像の数を算出し、当該算出結果に従い、第1画像上に第2画像を配置する画像再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像作成システム、画像作成方法、画像再生装置、および画像再生方法に関し、詳しくは3次元画像モデルを作成する画像作成システム、画像作成方法、画像再生装置、および画像再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータ技術の進歩に伴い、3次元グラフィックス技術を用いたビデオゲーム機が使用され

るようになってきた。このようなビデオゲーム機においては、ゲームの背景画像は3次元座標系のポリゴンデータとして表現され、所定の視点座標から見た背景画像が2次元座標データとしてディスプレイ上に表示される。そして、ゲームの進行に伴い、この視点座標は移動し、順次異なった角度から捉えた背景画像がディスプレイ上に表示される。すなわち、絶対座標で表されたポリゴンデータは、3次元の視点座標系へと座標変換された後、さらに2次元のスクリーン座標系へと透視変換される。そして、スクリーン座標系上の2次元画像に対してクリッピングおよびテクスチャマッピングが行われた後、この画像がディスプレイに表示される。

【0003】例えば、森林の中に設けられたコース上を車両が走行しながらエネミー（敵）を打ち落とすゲームにおいては、森林は絶対座標系におけるポリゴンデータとして表現され、この絶対座標系における車両の位置に視点座標が設定される。そして、車両の走行とともに、視点座標は移動し、車両（視点座標）から見た森林がディスプレイ上に表示される。また、車両がコースの所定位置を通過すると、コース両脇には複数のエネミーが出現する。これらのエネミーは、ビデオゲーム機に備え付けられたジョイスティックの操作によって打ち落とすことができる。

【0004】上述の背景データを作成可能なシステムとして、ワークステーション等からなる画像作成システムが従来より用いられている。背景画像を絶対座標系で表された背景データを作成する処理はいわゆるモデリングと呼ばれているものであって、以下の手順によって行われる。まず、図12に示すように、背景のマップ全体、例えば森林全体は複数のセクタに区切られる。そして、コースを含むセクタについて、絶対座標系のポリゴンデータが作成される。背景のマップのうちディスプレイに表示される部分は、視点座標の位置する車両の通過する部分、すなわち、コースが敷かれたセクタのみである。したがって、コースが敷かれたセクタをポリゴンデータとして作成すれば良い。このようにして作成されたポリゴンデータは背景データとしてビデオゲーム機内のメモリに蓄えられる。

【0005】また、コースの湾曲部分を滑らかに表示するために、コースを表すポリゴンは、図15の(A)に示されるように、その進行方向に亘って所定距離毎に分割されている。ポリゴンの分割密度は、カーブが最もきつい湾曲部分1501の曲率によって決定され、曲率が大きい程ポリゴン密度は大きくなる（ポリゴン数は多くなる）。また、ポリゴンの分割密度は、コースの進行方向に亘って均一であり、曲率が大きな湾曲部を有するコース全体のポリゴン数は極めて多くなる。

【0006】さらに、ゲームの臨場感を高めるためには、背景中に建物等の物体を複数種類用意することが望ましい。例えば、窓を有する建物を背景中に表示する場合

合には、窓が配置された建物を表すポリゴンおよびテクスチャを、表示に必要な種類だけ用意する必要があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来の画像作成システムおよび画像再生装置は以下の課題を抱えていた。

【0008】第1に、3次元画像の作成処理（モデリング）に多大の時間および労力を必要としていた。上述したように、モデリングによって作成しようとする背景データは絶対座標系によって表現されている。ところが、ディスプレイ上に表示される画像は、背景データを視点座標系に変換した後に、さらにスクリーン座標系に透視変換したものである。したがって、所望の背景データが作成されたか否かを確認するためには、絶対座標系で表された背景データに対して座標変換を行い、座標変換後の背景データをディスプレイに表示しなければならない。すなわち、従来の画像作成システムにあっては、モデリングが行われる座標系とディスプレイに表示される座標系とは異なるため、モデリングおよび表示確認作業を同時に行うことができなかった。従って、試行錯誤を繰り返しながらモデリング処理を行わざるを得ず、多大の時間および労力を必要としていた。

【0009】また、コースの両脇に木を配置したような場合において、コースの位置を変更した場合には木の位置も同様に変更しなければならない。ところが、木の位置を表すデータはコースの位置を表すデータとは別個に管理されていたため、それぞれの位置の変更作業を別個に行わなければならない、煩雑な処理を必要としていた。

【0010】第2に、曲面を滑らかに表示しながらポリゴン数を削減することができなかった。例えば、コース等の湾曲部分を滑らかに表示するためには、ポリゴンを細かく分割しなければならない。ところが、ポリゴンを細かく分割すると、ポリゴン数が増大し、ビデオゲーム機のプロセッサに過度の負担がかかる。この結果、処理速度が低下するという問題が生じる。また、同時に表示し得るポリゴン数が制限されている場合には、コースを表示するために多くのポリゴンが費やされるため、キャラクターを構成するポリゴンの一部が欠落するという不都合が生じていた。

【0011】第3に、ゲーム機等の画像再生装置のメモリを有効に使用することができなかった。従来のゲーム機は、予め窓が配置された建物全体のポリゴンおよびテクスチャをメモリ内に有していた。このため、窓のみが他と相違する建物を表示する場合であっても、この窓を含む建物全体のポリゴンおよびテクスチャをゲーム機のメモリ内に用意する必要があった。したがって、種々の建物を背景中に表示しようとした場合には、これらの建物の全てを表すポリゴンおよびテクスチャを必要とし、ゲーム機のメモリを浪費せざるを得なかった。

【0012】本発明は、以上の課題に鑑みてなされたものであり、本発明の第1の目的は、画像作成を容易に行うことが可能な画像作成システムおよび画像作成方法を提供することにある。また、本発明の第2の目的は、ポリゴン数を削減可能な画像作成システムおよび画像作成方法を提供することにある。さらに、本発明の第3の目的はメモリを有効利用可能な画像再生装置および画像再生方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、上記第1の課題を解決するためのものであって、画像作成の指示を入力可能な指示入力手段と、指示入力手段に入力された指示に従い、視点座標で表された画像を編集する編集手段と、視点座標系上の上記画像を表示する表示手段と、視点座標系上の上記画像を絶対座標系上の画像に変換する座標変換手段とを備えた画像作成システムである。

【0014】請求項2記載の発明は、上記第1の課題を解決するためのものであって、上記視点座標系の原点は、上記絶対座標系上の予め定められた軌道上を移動可能である請求項1記載の画像作成システムである。

【0015】請求項3記載の発明は、上記第1の課題を解決するためのものであって、上記編集手段は、所定形状の平面画像を掃引することによって立体画像を生成可能な請求項1記載の画像作成システムである。

【0016】請求項4記載の発明は、上記第1の課題を解決するためのものであって、上記絶対座標系上の画像は、背景画像、当該背景画像中の静止物体、および、当該背景画像中を移動可能なキャラクタを含む請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の画像作成システムである。

【0017】請求項5記載の発明は、上記第1の課題を解決するためのものであって、上記指示入力手段には、上記キャラクタの動作内容を指示入力可能であるとともに、上記編集手段は、指示入力された動作内容を表すデータを生成し、上記表示手段は、指示入力された動作内容に従い上記キャラクタを動作させる請求項4記載の画像作成システムである。

【0018】請求項6記載の発明は、上記第2の課題を解決するためのものであって、予め定められた軌道に沿ってポリゴンを発生させるポリゴン発生手段と、上記軌道のうち、予め定められた湾曲よりも急な湾曲の部分については、ポリゴンを上記長手方向に亘って分割するように上記ポリゴン発生手段を制御する制御手段を備えた画像作成システムである。

【0019】請求項7記載の発明は、上記第2の課題を解決するためのものであって、予め定められた軌道に沿ってポリゴンを発生させるポリゴン発生手段と、上記軌道の曲率を算出する曲率算出手段と、上記軌道のうち、曲率の累積値が所定値を超えた部分については、上記軌

道の長手方向に亘ってポリゴンを分割するように上記ポリゴン発生手段を制御する制御手段とを備えた画像作成システムである。

【0020】請求項8記載の発明は、上記第2の課題を解決するためのものであって、上記制御手段は、上記軌道の長手方向のポリゴンの長さが予め定められた最大長よりも短くなるようにポリゴン発生手段を制御する請求項6または請求項7のいずれかに記載の画像作成システムである。。

【0021】請求項9記載の発明は、上記第1および第2の課題を解決するためのものであって、画像作成の指示を入力可能な指示入力手段と、指示入力手段に入力された指示に従い、視点座標で表された画像を編集する編集手段と、視点座標系上の上記画像を絶対座標系上の画像に変換する座標変換手段と、上記絶対座標系上の予め定められた軌道に沿ってポリゴンを発生させるポリゴン発生手段と、上記軌道の曲率を算出する曲率算出手段と、上記軌道のうち、曲率の累積値が所定値を超えた部分については、ポリゴンを上記軌道の長手方向に亘って分割するように上記ポリゴン発生手段を制御する制御手段と、視点座標系上の上記画像、および、上記ポリゴンによって構成された画像を表示する表示手段とを備えた画像作成システムである。

【0022】請求項10記載の発明は、上記第1の課題を解決するためのものであって、画像作成を指示し、当該指示に従い、視点座標で表された画像を編集し、視点座標系上の上記画像を表示し、視点座標系上の上記画像を絶対座標系上の画像に変換する画像作成方法である。

【0023】請求項11記載の発明は、上記第1の課題を解決するためのものであって、上記視点座標系の原点は、上記絶対座標系上の予め定められた軌道上を移動可能である請求項10記載の画像作成方法である。

【0024】請求項12記載の発明は、上記第2の課題を解決するためのものであって、予め定められた軌道を長手方向に亘って仮想的に区分するとともに、各区分の曲率を順に算出し、算出された曲率の累計が所定値を超えた場合には、新たなポリゴンを生成し、当該累計が所定値を超えない場合であっても、予め定められた数の区分に亘って一つのポリゴンが生成された場合には、新たなポリゴンを生成する画像作成方法である。

【0025】請求項13記載の発明は、上記第3の課題を解決するためのもので、第1画像上に第2画像を重ねた画像を再生可能な画像再生装置であって、第1画像および第2画像を記憶可能な記憶手段と、第1画像上に配置可能な第2画像の数を算出し、当該算出結果に従い、第1画像上に第2画像を配置する画像配置手段とを備えた画像再生装置である。

【0026】請求項14記載の発明は、上記第3の課題を解決するためのものであって、上記画像配置手段は、第1画像の全長を第2画像の全長で割った結果得られた

商を、第1画像上に配置可能な第2画像の数とする請求項13記載の画像再生装置である。

【0027】請求項15記載の発明は、上記第3の課題を解決するためのものであって、上記第1画像は建築物を表し、上記第2画像は窓を表す請求項13または請求項14のいずれかに記載の画像再生装置。

【0028】請求項16記載の発明は、上記第3の課題を解決するためのものであって、第1画像上に配置可能な第2画像の数を算出し、当該算出結果に従い、第1画像上に第2画像を配置する画像再生方法である。

【0029】

【発明の実施の形態】

(画像作成システムの全体構成) 図1は本発明の一実施形態に係る画像作成システムの外觀図である。この画像作成システム1は本体1a、ディスプレイ1b、マウス1c、通信系1dを備えて構成されている。本体1aはいわゆるワークステーション等によって構成されており、3次元画像のモデリング等の種々の処理を行う。ディスプレイ1bはいわゆるCRT型のものであって、作成された画像、モデリング処理における各種コマンド等を表示可能である。マウス1cは、ディスプレイ1bに表示されたメニューを指示することによって、所望のコマンドを本体1aに入力する機器である。すなわち、ユーザはディスプレイ1bの表示を見ながらマウス1cを操作することによって、対話的にモデリングを行うことができる。通信系1dは、他のワークステーション等とのデータの通信を行うものである。このように通信系1dを設けることによって、モデリングの分散処理を行うことも可能である。

【0030】図2は、図1で示された画像作成システムのブロック図である。この図に示されるように、本体1aは、CPU1e、RAM1f、ROM1g、ビデオRAM1h、DMA1i、エンコーダ1j、ハードディスク1k、光磁気ディスク1m、I/F1p、I/F1t、通信I/F1tを含んでいる。そして、この本体1aには、ディスプレイ1b、キーボード1n、マウス1c、ジョイスティック1sが接続されている。

【0031】CPU1eは、3次元画像のモデリング、および、本体1a全体の制御処理を実行する回路である。RAM1fは、モデリング処理時のワークメモリ、オペレーティングシステムプログラムのワークメモリ等として使用される。例えば、ゲームの背景画像を表す座標データはこのROM1fに一時蓄えられ、この座標データに対して各種座標変換がCPU1eにより行われる。

【0032】ROM1gには、CPU1eのイニシャルプログラムローダ(IPL)のプログラムデータ等が書き込まれている。すなわち、本体1aの電源立ち上げ時には、IPLの処理がCPU1eによって実行され、ハードディスク1kから所定のオペレーティングシステム

プログラムがCPU1eによって読み込まれる。

【0033】ビデオRAM1hは、表示データを格納するためのものである。このビデオRAM1h上の表示データを直接書き換えることによって、ディスプレイ1b上に表示される画像を変更することができる。DMA(Direct Memory Access)1iはビデオRAM1h上の表示データをエンコーダ1jへ直接転送することができる回路である。エンコーダ1jは転送された表示データに同期信号を付加し、ディスプレイ1bに出力する。これにより、ディスプレイ1b上には、3次元画像の編集時の画像等が表示される(図7参照)。オペレータは、ディスプレイ1bに表示された画面を見ながら3次元画像の作成を行うことができる。

【0034】ハードディスク1kには、オペレーティングシステムプログラム、画像作成用プログラム、背景データ等の3次元画像データが書き込まれている。また、光磁気ディスク1mには、保存用の3次元画像データ等が保存される。キーボード1nは、3次元画像作成時における各種コマンドを本体1aに入力するための機器である。このようなコマンド入力は、上述したマウス1cを用いて行うことも可能である。また、本体1aにはI/F1pを介してジョイスティック1sが接続されている。このジョイスティック1sは、例えば、3次元座標における視点の位置を移動させる場合に使用される。すなわち、オペレータがジョイスティック1sを操作することによって、3次元画像に対する視点の位置が移動し、移動後の視点から見た3次元画像(例えば背景画像)がディスプレイ1bに表示される。また、このジョイスティック1sは、背景画像上におけるエネミー(敵キャラクタ)を設定する際においても使用される。

【0035】通信I/F1tは、通信系1dに対してデータの送受信を行う回路であり、通信系1dの通信方式に対応した信号の入出力を行うことができる。通信方式として、イーサネット、RS-232C等のなかから任意の方式を使用可能である。内部バス1uは、アドレスバス、データバス、および、コントロールバスから構成され、CPU1e、RAM1f、ROM1g等の中で各種データの受け渡しを行う。

【0036】図3は、画像作成システムを機能ブロック図で表したものである。この図において、指示入力手段3aは、キーボード1n、マウス1c、ジョイスティック1s等によって構成されたものであって、オペレータの指示を入力可能である。編集手段3bは、CPU1e、RAM1f、ROM1gによって構成され、指示入力手段3bから入力された指示内容に基づき視点座標系上の画像(背景データ、物体データ、エネミーデータ)に対して編集および作成を実行可能である。表示手段3dは、編集手段3bによって作成された画像を2次元ディスプレイ1bに表示するものである。この表示手段3dは、ディスプレイ1b、ビデオRAM1h、DMA1

i、エンコーダ1j等によって実現可能である。座標変換手段3cは、CPU1e、RAM1f、ROM1gによって構成され、視点座標で表された画像を絶対座標で表す機能を備えている。したがって、オペレータは、視点座標系上において背景画像等を生成することができるため、ゲーム実行時の画面を想定した画像作成ができる。これにより、効率の良い画像作成を行うことが可能となる。

【0037】曲率算出手段3e、ポリゴン発生手段3f、制御手段3gはCPU1e、RAM1f、ROM1gによって構成される。曲率算出手段3eは、絶対座標系上に設けられたコースの曲率（曲率半径の逆数）を算出する。制御手段3gはコースの曲率に応じてポリゴンのサイズ（コース長手方向のサイズ）を決定する。このようにして決定されたポリゴンのサイズに従い、ポリゴン発生手段3fは背景画像および物体のポリゴンを生成する。すなわち、コースの曲率が大きい（曲率半径が小さい）湾曲部分においてはポリゴンは細かく分割され、コースの曲率が小さい直線部分においてはポリゴンは長くなる。これにより、コースの湾曲部分をポリゴンによって滑らかに表現できるとともに、全体のポリゴン数を削減することが可能となる。

【0038】（ゲーム機の構成）図4に、ゲーム機4のブロック図を示す。この図に示されたゲーム機4は、画像作成システムによってそれぞれ作成されたエネミーデータ、背景データ、物体データに基づくゲーム画面を再生可能なものである。

【0039】この図に示されるように、ゲーム機4は、ゲーム機本体4a、3Dモデルデータ4b、プログラムデータ4c、RAM4d、ジョイスティック4e、I/F4f、CPU4g、座標変換回路4h、エネミー発生回路4i、サウンド回路4j、ポリゴン回路4k、テクスチャマッピング4m、フレームバッファ4n、スピーカ4s、ディスプレイ4tを備えて構成されている。

【0040】画像作成システム1の本体1aからは、エネミーデータ、背景データ、物体データが、例えばROMボードの形態としてゲーム機器本体4aに供給される。ここで物体データは、森林中の木のように、背景画像中の物体を表すデータである。エネミーデータ、背景データ、物体データはゲーム機本体4a内部において、3Dモデルデータ4bとして保存される。プログラムデータ4cは、ゲームプログラム等のアプリケーションプログラムである。このプログラムデータ4cは、上述のROMボードによって供給される。RAM4dは、CPU4gのワークメモリとして使用される。

【0041】ジョイスティック4eはI/F4fを介して内部バス4uに接続されている。このジョイスティック4eは、ディスプレイ4t上に表示された照準を移動させるために使用される。例えば、プレイヤーがジョイスティック4tを操作し、照準をエネミーに合わせたと

する。そして、プレイヤーが発射スイッチ（未図示）を押圧すると、ディスプレイ4t上のエネミーは打ち落とされる。

【0042】CPU4gは、プログラムデータ4cに従いゲーム処理を実行するとともに、ゲーム機本体4a全体の制御を行う。エネミー発生回路4iは、エネミーを所定のタイミングで発生させる回路である。後述するように、エネミーデータは、コースの位置に対応して設定されている。したがって、視点がコースの所定位置を通過する毎に、エネミー発生回路によって3Dモデルデータ4bからエネミーデータが読み出される。

【0043】座標変換回路4hは、背景データ、物体データ、および、エネミー発生回路4iによって読み出されたエネミーデータに対する座標変換を行う。すなわち、3次元座標系である絶対座標系でそれぞれ表された背景データ、物体データ、エネミーデータを視点座標系のデータに変換する。絶対座標系から視点座標系への変換は、視点が原点となり、かつ、視線がZ軸の正方向を向くように、背景データ等の座標を変換する（図8参照）。座標変換にはアフィン変換が用いられる。さらに、座標変換回路4hは、視点座標系で表された背景データ等を、2次元座標系であるスクリーン座標系に投影する（図9参照）。

【0044】ポリゴン回路4kは、スクリーン座標系に投影された背景データ等に基づき、ポリゴンを発生させる。テクスチャマッピング4mの回路は、ポリゴンにテクスチャマッピングの処理を施し、例えば木を表すポリゴンに葉を表す模様を付す。このようにして生成された映像データはフレームバッファ4nに蓄えられた後、垂直同期に同期して読み出される。読み出された映像データはD/A変換された後、同期信号が付されてディスプレイ4tに出力される。サウンド回路4jは、ゲームに応じた効果音を発生させる回路である。すなわち、サウンド回路4jは、PCM方式あるいはFM方式に従い音声信号を生成し、この音声信号をスピーカ4aに出力する。

【0045】このゲーム機4のディスプレイ4tに表示されるゲーム画面の一例を図5、図6に示す。これらの図に示されるように、背景となる森林、平原上にはコースレール5aが敷かれており、このコースレール5a上をキャラクタ5bを乗せたトロッキ5cが滑走する。コースレール5a脇の予め定められた位置においてエネミー5dが出現し、キャラクタ5bに対して攻撃を仕掛けてくる。画面上には標的5eが表示され、この標的5eはプレイヤーがジョイスティック4cを操作することによって移動可能である。標的5eがエネミー5dに重なった際に、プレイヤーがジョイスティック4cの近傍の発射スイッチを押したとする。すると、エネミー5dは倒れ、所定の得点がゲーム得点に加算される。このエネミー5dの動作はエネミーデータとして画像作成シ

システムから供給されたものである。また、ゲーム画面中の背景、物体等の画像は背景データ、物体データとして画像作成システムから供給されたものである。

【0046】(画像作成システムにおける座標変換)図7に、画像作成システムにおける表示画面の一例を示す。この表示画面は、背景画像等が表示されるウィンドウ7a、時間経過に伴う視点の移動を制御するウィンドウ7b、各種コマンド等を入力するウィンドウ7c等によって構成されている。オペレータはウィンドウ7cをマウスカーソルによってクリックすると、背景画像の所望のコース位置をウィンドウ7a上に表示することができる。ウィンドウ7bにおける"PLAY"がクリックされた場合には、所定速度で移動する視点から見たコースが表示される。

【0047】すなわち、ウィンドウ7aに表示されたコースは時間とともに変化する。また、"FORWARD"がクリックされた場合には、"PLAY"時における速度よりも高速に視点コース上を移動し、"REVERSE"がクリックされた場合には視点は逆方向に移動する。さらに、"STOP"がクリックされた場合には、視点はコースの所定位置において停止し、当該位置におけるコースがウィンドウ7aに表示される。このように、オペレータは所望のコース位置をウィンドウ7a上に表示しながら、コース等を含む背景画像を生成および編集することが可能である。

【0048】上記ウィンドウ7aに表示された背景画像は視点座標系上の背景データによって表されており、視点座標系上において背景データの生成および編集が行われる。完成された背景データは、CPU1eによって絶対座標系の背景データに座標変換され、ハードディスク1kに蓄えられる。このように、視点座標系上の背景データに対して編集等を行うことによって、ゲーム実行時にディスプレイ4t(図4)に表示された画像を想定しながら背景画像を生成することが可能となる。

【0049】図8に絶対座標系および視点座標系の関係を示す。この図において、絶対座標系はX、Y、Z軸によって表され、視点座標系はx、y、z軸によって表されている。視点座標系の原点O₂は視点に相当し、視点座標系のz軸の正方向は視線に一致しているため、視点の移動に伴い絶対座標系上における原点O₂の位置が移動し、視線の変化に伴い絶対座標系のX、Y、Z軸に対するx、y、z軸の角度が変化する。

【0050】視点座標系における点Pの座標を(x_p, y_p, z_p)とおくと、絶対座標系における点Pの座標(X_p, Y_p, Z_p)は以下の式によって表される。

$$\begin{bmatrix} X_p & Y_p & Z_p & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_p & y_p & z_p & 1 \end{bmatrix} T_d \cdot T_r \cdot T_s$$

ここで、Tはアフィン変換マトリクスを意味し、一般的には以下の式によって表される。

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

【数1】

$$T_r = \begin{bmatrix} a & b & c & 0 \\ d & e & f & 0 \\ g & h & i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_d = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ l & m & n & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_s = \begin{bmatrix} s & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

【0053】このマトリクスのうち、係数T_dは平行移動の成分を表し、係数T_rは回転移動の成分を表し、係数T_sはスケーリング(拡大縮小)の成分を表している。

【0054】絶対座標系における点Pの座標(X_p, Y_p, Z_p)から視点座標系における点Pの座標(x_p, y_p, z_p)を求める場合には、マトリクスT_d、T_r、T_sを逆マトリクスを用いれば良い。すなわち、絶対座標系における点Pの座標(X_p, Y_p, Z_p)は以下の式によって求められる。

$$\begin{bmatrix} x_p & y_p & z_p & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_p & Y_p & Z_p & 1 \end{bmatrix} T_d^{-1} T_r^{-1} T_s^{-1}$$

図9、図10に視点座標系からスクリーン座標系への透視変換の概念図を示す。視点座標系において、物体9aと視点(原点)O₂との間にはスクリーン座標系9bが設けられている。このスクリーン座標系9bはuv軸によって表された2次元座標系であって、視点座標系のxy平面に平行な2次元平面より構成されている。視点O₂を中心として物体9aをスクリーン座標系9bに投影することによって表示画像9cが得られる。この表示画像9cは視点O₂から物体9aを見た際に得られる画像に相当し、画像作成システム1の上記ウィンドウ7aまたはゲーム機4のディスプレイ4tに表示される。

【0056】(背景データ、物体データ作成用コマンド)本画像作成システムにおいては、背景データおよび物体データの作成のために種々のコマンドが用意されている。以下に、コマンドの一例を示す。なお、"-"で

始まる文字列は画像作成システムに直接入力可能なコマンドを表し、[]内は変数を表している。

【0057】

(1) Sweeping mode

- s [cross-section file]

(2) Sweep & attach bases from ground

- b [cross-section file] [bottom height] [exec times from start&end]

(3) Pillar building mode

- p [object file] [source height] [bottom height] [ground height]

(4) Calculate bank from Y-slope

- c b [bank weight]

(5) Set start-end offset & step

- o [start offset] [end offset] [execution(default 0 0 1)]

(6) Set start-end point number & step by relative

- r [offset] [start point No.] [end point No.] [step]

(7) Set total texture coordination range

- u v [U-range] [V-range]

(8) Set texture coordination step

- U V [U-step] [V-step]

(9) Auto mapping mode

- a m [U-scale] [V-scale]

(10) Set tex coordination offset

- t o [U-offset] [V-offset]

(11) Set rotation weight

- r w [x y z] (default 1.0 1.0 1.0)

(12) Set scale weight

- s w [x y z] (default 1.0 1.0 1.0)

(13) Skip by degree of control curve

- d s [threshold degree] [max skip times]

上記(1)のコマンド (Sweeping mode) はコースの掃引、すなわち予め定められたコースのある範囲を所定の断面形状にするためのものである。例えば、コースのある範囲にトンネルを作成するような場合に(1)のコマンドが使用される。コースの断面形状は[cross-section file]によって指定可能である。したがって、コース上にトンネルを作成する場合には、トンネルの断面を表す[cross-sect file]を用意すれば良い。

【0058】上記(2)のコマンド (Sweep & attach bases from ground) は、例えばコース上に橋を作成する場合等に用いられる。橋の断面形状は[cross-section file]によって指定され、地表に対するコースの高さは[bottom height]によって指定される。また、掃引する範囲は[exec times from start&end]によって指定される。絶対座標系上におけるコースの位置のみを予め決定しておくことにより、コース上の位置は時間の関数によって表現可能である。すなわち、視点がコース上を一定速度

で移動した場合には、コースの位置は視点の移動に要する時間によって特定することができる。

【0059】上記(3)のコマンド (Pillar building mode) は、柱、建物等の物体を作成するためのものである。(4)のコマンド (Calculate bank from Y-slope) は、コースの傾きを算出する際に使用される。また、(5)のコマンド (Set start-end offset & step)、(6)のコマンド (Set start-end point number & step by relative) はコースの範囲を指定するためのものである。コースの位置は、[start point No.]、[end point No.] 等の数値によって指定される。

【0060】上記(7)のコマンド (Set total texture coordination range)、(9)のコマンド (Auto mapping mode)、および、(10)のコマンド (Set tex coordination offset) はテクスチャマッピングに関するものである。例えば、(7)のコマンドは、スクリーン座標系上の背景画像においてテクスチャマッピングを行う範囲を指定するためのものである。スクリーン座標系上の座標は、U軸およびV軸の各座標値によって指定される。

【0061】上記(11)のコマンド (Set rotation weight)、(12)のコマンド (Set scale weight) は、物体 (例えば木) の傾きおよび大きさを指定する際に使用される。なお、x y zの各座標値を指定しない場合には、デフォルト値として(1.0 1.0 1.0)が指定される。

【0062】上記(13)のコマンド (Skip by degree of control curve) は、コースのポリゴン数削減を行うためのコマンドである。ポリゴン数削減は、コースの曲率が所定値[threshold degree]を超えた場合に行われる。なお、変数[max skip times]は、コースの直線部分におけるポリゴンの最大長を指定するためのものである。このポリゴン数削減のアルゴリズムについては後述する。

【0063】(エネミーデータ) エネミーデータは、コース上におけるエネミーの出現位置データ、コースに対するエネミーの相対位置データ、エネミー移動速度データ、エネミーライフタイムデータ、エネミー移動方向データ等により構成される。画像作成システムのディスプレイ1b上には例えば図14に示されるような画面が表示され、オペレータはこの画面を見ながらエネミー14bの出現位置等を指定することが可能である。すなわち、オペレータがジョイスティック1sを操作することによって画面上のエネミー14bを所望の位置に移動させると、CPU1eは画面上のエネミー14bの位置等に基づきエネミーデータを算出する。このようにして、オペレータはゲーム画面を見ながらエネミーデータを作成することができるため、エネミーデータの作成を効率良く行うことが可能である。

【0064】(画像作成システムの動作) 続いて、画像作成システムの動作を図1～図21を参照しながら説明する。

【0065】(1) 画像作成システムの動作の概要

図16は本画像作成システムの動作の概要を説明するためのフローチャートである。先ず、オペレータは画像作成装置を用いて絶対座標系上におけるコースを作成する(S101)。コースは、図11に示されるように、絶対座標系のXZ平面上における軌道を表しており、ゲーム中のトラック5c(図5、図6)の走行経路となるものである。すなわち、ゲーム実行中における視点座標系の原点はコース上を移動する。

【0066】続いて、オペレータは背景データの作成を行う(S102)。上述したように、背景データはコース上から見た背景画像を表すデータであって、例えば、森、トンネル、橋等を表すデータから構成される。図7の画面中のウィンドウ7aには、作成中の背景画像が表示され、オペレータはこの画面を見ながら所定のコマンドを指示することによって背景データの作成および編集を行うことができる。また、オペレータはウィンドウ7aを見ながら、物体画像の配置を行う。ウィンドウ7a中の矩形の枠は木の物体画像を示しており、この枠をコースの所定位置に配置することによって物体画像の位置等を指定することができる。なお、この枠の大きさおよび向きは自由に設定可能であり、所望の大きさの木を所望の位置に配置することができる。このようにして指定された物体画像の位置等のデータは背景データに含まれる。

【0067】本実施形態によれば、ウィンドウ7a上には視点座標系上の背景画像が表示されるため、ゲーム実行時にディスプレイ4tに表示されるゲーム画面と同様の画面を確認しながら背景データの作成を行うことができる。CPU1eはウィンドウ7aに表示された背景画像、すなわち視点座標系上の背景画像を絶対座標系上の画像へと変換する。

【0068】同様に、オペレータはディスプレイ1bを見ながら、物体データの生成を行う(S103)。例えば、木の幹の部分、枝の部分等を複数のポリゴンによって表現することによって、木を表す物体データを作成することができる。なお、ウィンドウ7aに木等を表す物体画像を表示しながら物体データを作成してもよい。作成された物体データは、ゲーム実行時において背景画像中の指定された位置に配置される。

【0069】このようにして背景データおよび物体データの作成が行われた後、オペレータはウィンドウ7aを見ながら作成された背景画像および物体画像を確認する(S104)。ウィンドウ7aに表示された背景画像および物体画像は視点座標系上の画像であるため、オペレータはゲーム実行時の画面を容易に想定することができる。画像作成を効率良く行うことができる。

【0070】作成されたコースデータ、背景データ、物体データを修正する必要があるとオペレータが判断した場合(S105でNO)には、S101~S105の処理が繰り返される。一方、所望のコースデータ、背景デ

ータ、物体データが作成されたとオペレータが判断した場合(S105でYES)にはS106以降の処理が実行される。

【0071】S106において、オペレータはエネミーデータの作成を行う。オペレータは、図14に示される画面を見ながらエネミー14bをコース上の所望の位置に自由に配置することができる。すなわち、オペレータはジョイスティック1sを操作しながら、コース上におけるエネミー14bの位置、向き、出現時間等を表すエネミーデータを作成する。ディスプレイ1bに表示された画面14aは、視点座標系上の画像、すなわちゲーム実行時の画像であるため、オペレータはゲーム実行時の画面を想定しながらエネミーデータを作成することができる。かかる処理を繰り返すことによって、所望のエネミーデータの作成が完了すると(S107でYES)、すべての処理が終了する。以上の処理によって作成されたコースデータ、背景データ、物体データ、エネミーデータは、ROM等の形態によってゲーム機4(図4参照)に提供される。

【0072】(2) 背景データの作成

図17、図18に、上述の背景データ作成(S102)のサブルーチンを詳述する。オペレータはディスプレイ1bに表示された画面(図7)を参照しながら、コースデータのファイル名、パラメータ等を画像作成システム1aに入力する(S201)。すなわち、パラメータ等として、断面の形状(cross-section file)、絶対座標系のXZ平面からコースまでの高さ(bottom height)、コースの範囲(exec times from start & end)、トンネルの断面形状を表すパラメータ(cross-section file)、掃引用のパラメータ(Sweeping mode)、建物作成用のパラメータ(Pillar building mode)、ポリゴン発生に関するパラメータ(Set total texture coordination range, Set texture coordination step, Auto mapping mode, Set tex coordination offset, Set rotation weight, Set scale weight, Skip by degree of control curve)、およびポリゴン数削減に関するパラメータ(Skip by degree of control curve)がある。

【0073】例えば、木等の物体をコース上に配置しようとする場合には、オペレータはマウス1c、ジョイスティック1s等を操作することによってウィンドウ7a上の矩形の枠7dを所望の位置に移動する。この矩形の枠7dは木等の物体画像の外形を表しており、枠7dを所望の大きさに拡大または縮小することにより、任意の大きさの物体を背景画像上に配置するよう、画像作成システムに指示することができる。

【0074】かかる入力処理の後、CPU1eは、入力されたファイル名に対応するコースデータ、背景データをハードディスク1kから読み出すとともに、コース位置を表す変数Nを初期化する(S202)。そして、CPU1eは、変数Nが所定範囲のコースの最終位置Nma

xに達しか否かを判断する(S203)。このとき、変数Nは"0"であるため、判断の結果はNOとなり、S204以降の処理が実行される。

【0075】S204において、CPU1eは、コース上の変数Nで表された位置における接線および法線を計算する。これらの接線および法線は、後述の座標変換処理(S211)において使用される。

【0076】CPU1eは、S201において入力されたパラメータに従い、変数Nで表されたコース位置における物体、またはコース断面の複製処理を行う(S205)。さらに、変数Nで表されたコース位置においてコースの土台作成、掃引を行うか否かを判断し、上述のS201において土台作成、掃引を行うように指示されている場合(S206でYES)には、変数Nで表されたコース位置における土台のテクスチャ座標、掃引処理後のコース等のテクスチャ座標を生成する(S207)。なお、ここでいう「掃引処理」とは、所定形状の断面の移動軌跡をもとにコース、トンネル等の三次元画像を生成する処理をいうものとする。

【0077】次に、CPU1eは変数Nで表されたコース位置における各点の座標を、入力されたパラメータ等に従い、任意の座標へと変換する(S208)。例えば、CPU1eは、木を表す画像に対して拡大、縮小、回転等の座標変換を行い、オペレータの指示通りの物体をコース上に配置する。さらに、変数Nで表されたコース位置において、コースの土台、柱等の画像を作成する必要がある場合(S209でYES)には、コースの土台、柱等の画像を変形させることによって土台、柱等を背景上の地面に接地させる(S210)。

【0078】続いて、CPU1eは、変数Nで表されたコース位置の各点の座標を視点座標系の座標へと変換する(S211)。また、コースの土台作成、所定断面の掃引処理を行う必要がある場合(S212でYES)には、CPU1eは、現地点(変数Nで表されたコース位置)の土台断面および前地点(変数N-1で表されたコース位置)の土台断面の間において掃引処理を行う(S213)。そして、CPU1eは、この結果得られた三次元画像である土台等を構成するテクスチャの座標を生成する(S214)。

【0079】以上の処理の後、CPU1eは、変数Nをインクリメントし(S215)、S203の処理に戻る。このようにして、変数Nがコース最終位置Nmaxに達するまで、すなわち指定された範囲のコースにおける処理が終了するまで、上述のS202～S215までの処理が繰り返し実行される。変数Nがコース最終位置Nmaxに達すると(S203でYES)、CPU1eはコース、物体等を含む背景画像を表示する(S216)。

【0080】なお、上述のパラメータ入力処理(S201)において、分割されたコースデータを指定し、他の分割されたコースデータにリンクさせることが可能であ

る。また、既に設計済みのコースデータを編集し、これを新たなコースデータとして使用することによって、コースデータを設計するのに要する労力および時間を軽減することができる。

【0081】(3) 物体データの作成

図19に物体データ作成のサブルーチンを示す。このサブルーチンは上述したメインフローチャート(図16)中のS103を詳述したものである。

【0082】同図のフローチャートにおいて、オペレータはキーボード1nを用いて物体データが格納されている処理ファイル名を画像作成システムに入力する(S301)。すると、CPU1eは指示されたファイル名に対応するファイルをハードディスク1kから読み出す(S302)。続いて、オペレータは、基となる物体(プリミティブ)を指定する(S303)。例えば、木を作成しようとする場合には、木の幹に相当する円筒のプリミティブ、枝葉を表す楕円のプリミティブを指定する。さらに、オペレータはディスプレイ1bを見ながらそれぞれのプリミティブを結合させ(S304)、所望の3次元モデルを作成する(S305)。

【0083】CPU1eはこの3次元モデルに基づいてポリゴンを生成し(S306)、木を複数のポリゴンによって表現する。また、CPU1eは、各ポリゴンに対してテクスチャマッピング(レンダリング)を施すことによって、木の模様をポリゴンに貼り付ける(S307)。このようにして作成された物体データは所定のファイル名が付された後、ハードディスク1kに蓄えられる。

【0084】なお、本実施形態にあっては、物体データ作成時に、建物の各面に配置すべき窓の種類を指定する窓指定データ、窓を除いた建物のポリゴン、窓のポリゴン等を作成することにより、ゲーム実行時において、建物のポリゴンに最適な個数の窓のポリゴンを自動的に配置することができる。すなわち、建物のポリゴンに配置すべき窓のポリゴンの個数および位置を指定しなくとも、ゲーム機において窓のポリゴンの個数および位置が自動的に算出される。したがって、物体データ作成時には、建物の各面に配置すべき窓の種類を指定する窓指定データ、窓を除いた建物のポリゴン、窓のポリゴン等を作成しておけば足りる。

【0085】(4) エネミーデータの作成

図20にエネミーデータ作成のサブルーチンを示す。このサブルーチンは上述したメインフローチャート(図16)中のS106を詳述したものであって、背景データおよび物体データが作成された後に実行されるものである。

【0086】まず、オペレータは作成済みのコースデータを画像作成システムに指示する。本実施形態においては、このコースデータは絶対座標系上のレールの軌跡に相当する。CPU1eは指定されたコースデータをハー

ドディスク1kから読み出し（S401）、読み出されたコースをディスプレイ1b上に表示する（S402）。オペレータがコース上の所望の箇所を画像作成システムに指示すると（S403）、CPU1bは指示された箇所の背景データおよび物体データをハードディスク1kから読み出し、これらのデータを視点座標系上のデータへと座標変換する。座標変換された背景データおよび物体データは図14に示されるようにディスプレイ1b上に表示される。

【0087】オペレータはジョイスティック1sを操作することによって、指定されたコースポイント上におけるエネミー14b（図14参照）の位置および向きを設定する（S404）。すなわち、オペレータはディスプレイ1bに表示された背景画像上においてエネミー14bを所望の位置に移動するとともに、エネミー14bの向きを設定する。さらに、オペレータは、エネミー14bの速度を入力するとともに（S405）、移動方向を入力する（S406）。これらの速度および移動方向は、エネミー毎に設定可能である。

【0088】次に、オペレータはエネミー14bが表示されている時間を表すライフタイムの入力（S407）、エネミー14b出現時における効果音を指示する（S408）。このように、オペレータはゲーム実行時の画面を見ながらエネミーの配置等を設定できるため、座標データのみによってエネミーを配置する場合に比べて作業効率を高めることができる。

【0089】（5）ポリゴン数削減

図21にポリゴン削減処理のフローチャートを示す。この処理は、上述の背景データ作成処理（図17、図18）においてなされるものである。

【0090】まず、オペレータは下限累積曲率 R_L をキーボード1n等から画像作成装置本体1aに入力する（S501）。この下限累積曲率 R_L は、ポリゴンを作成するか否かの閾値となるものである。すなわち、コースの累積曲率 R が曲率 R_L よりも大きい場合（コースが急に湾曲している場合）には、コースを構成するポリゴンは細分化される。さらにオペレータは1つのポリゴンの最大長を表す最大連続区間数 N_{max} をキーボード1n等から画像作成装置本体1aに入力する（S502）。コースの曲率が小さい場合（コースが直線であるような場合）であったとしても、ここで指定された最大連続区間 N_{max} を超える長さのポリゴンが生成されることはない。次に、画像作成装置本体1は、累積曲率 R 、ポリゴン長 N の値をクリアする（S503）。ここで、ポリゴン長 N は、生成しようとするポリゴンの長さ（区間数）を表す変数である。

【0091】S504において、画像作成装置本体1は、コースのうちの処理対象となる地点の曲率 r を算出する。この曲率 r は曲率半径の逆数によって表されるため、曲率 r が大きい程、コースの湾曲は急であると言え

る。画像作成装置本体1は、算出された曲率 r を累積曲率 R に加算する（S505）。この時点においては、累積曲率 R はクリアされた直後であるため、加算後の累積曲率 R の値は r となる。

【0092】次に、画像作成装置本体1は、累積曲率 R が下限累積曲率 R_L よりも小さいか否かを判断する（S506）。累積曲率 R が下限累積曲率 R_L よりも小さい場合（S506でYES）、すなわち、コースの湾曲がゆるやかである場合には、S507の処理が実行される。S507において、画像作成装置本体1は、ポリゴン長 N が最大連続区間 N_{max} より短いかな否かを判断し、判断の結果がYESであれば、ポリゴンを作成することなく（S508）、ポリゴン長 N の値をインクリメントする（S513）。これに伴い、画像作成装置本体1はコース上における処理座標点を移動させ（S514）、処理座標点が指定されたコースの終了ポイントであるかな否かを判断する（S515）。処理開始時点においては、処理座標点の位置はコース上における指定された範囲の開始点に位置しているため、S515の判断結果はNOとなる。したがって、S504以降の処理が繰り返し実行される。

【0093】S504において、画像作成装置本体1は、コース上の新たな処理座標点における曲率 r を算出する。この曲率 r は累積曲率 R に加算され（S505）、加算後の累積曲率 R が下限累積曲率 R_L より小さいか否かが判断される（S506）。累積曲率 R が下限累積曲率 R_L よりも大きい場合、すなわち、コースの湾曲が急である場合（S506でNO）には、コース上における現在の処理対象点の断面を新たに生成し（S510）、当該処理対象点を中心とした座標系によって、生成後の断面を表す（S510）。そして、画像作成装置本体1は、新たに生成された断面と、前回生成された断面とを結ぶポリゴンを生成する（S511）。すなわち、ポリゴン長 N の長さのポリゴンが新たに生成される。この後、画像作成装置本体1は、累積曲率 R およびポリゴン長 N の値をクリアし（S512）、S513以降の処理を実行する。

【0094】このようにして、画像作成装置本体1は、コース上における処理座標点を順次移動させながら（S514）、ポリゴンの生成をするか否かを判断する（S506、S507）。指定されたコースの終了ポイントまで処理座標点が移動すると（S515でYES）、画像作成装置本体1は処理を図17のフローチャートに戻す。

【0095】以上説明したように、コースの湾曲が急な場合（S506でNO）には、ポリゴンが細分化されるため、コースの湾曲部を滑らかに表現することができる。一方、コースの湾曲が緩やかな場合（S506でYES）には、比較的長い（最大連続区間 N_{max} ）ポリゴンが生成される。したがって、本実施形態に係る画像

作成システムによれば、コースの湾曲を滑らかに表示しながらも、コース全体のポリゴン数を削減することが可能となる（図15の（C）参照）。

【0096】（ゲーム機における動作）本実施形態に係る画像作成システムによって作成されたエネミーデータ、背景データ、物体データは、例えばROMボードの形態としてゲーム機本体4aに供給される（図4参照）。

【0097】以下、図4、図22、図23を参照しながら本実施形態に係るゲーム機（画像再生装置）の作用を、建物および窓の物体データの再生処理を中心に説明する。

【0098】図23のフローチャートにおいて、まず、CPU4gはゲーム機本体4aの初期化を行う（S601）。初期化処理としては、RAM4d等のクリア、ゲームプログラムを表すプログラムデータ4cの読み出し、3Dモデルデータ（エネミーデータ、背景データ、物体データ）の読み出し等がある。

【0099】垂直同期信号による割り込みが発生すると（S602でYES）、CPU4gはS603～S611以降の処理を実行する。すなわち、S603～S611の処理は垂直同期信号の周期（NTSCであれば1/60秒）毎に実行される。S603において、CPU4gは、ジョイスティックの状態の検出、エネミーと弾丸との衝突判定、エネミーの動作決定等のゲーム処理を実行するとともに（S603）、三次元空間上における視点座標を算出する（S604）。

【0100】次に、CPU4gは、視点座標から捉えた画像のうち、建物を表す画像を物体データに基づき生成する（S605、S606）。S605において、CPU4gは、物体データの一部である、建物の各面毎に配置すべき窓の種類を表す窓指定データ、建物のポリゴン、窓のポリゴンに基づき、建物の各面に貼り付けるべき窓の個数および位置を算出する。図23に示されるように、建物の壁の幅を“L”、窓の幅を“a”とすると、建物の壁に配置可能な窓の個数は“L/a”の商の値となる。同図に示された建物の壁には、4個の窓を等間隔で配置可能である。なお、各窓の間に隙間ができるよう、実際の窓の幅aに隙間の寸法αを加えた値a'（a' = a + α）を用いて上式を計算しても良い。さらに、高層建物の壁に窓を配置する場合には、壁の幅方向のみならず、壁の高さ方向に配置可能な窓の個数を算出しても良い。

【0101】そして、CPU4gは、上記窓指定データによって指定された建物の壁に、S605において算出された個数の窓のポリゴンを配置する（S606）。このようにして、ゲーム実行時に、建物の壁に最適な数の窓のポリゴンが配置される。

【0102】S607において、CPU4gは、背景データ、エネミーデータ、物体データのそれぞれに基づく

画像を生成し（S607）、これらの画像および上述の建物の画像を視点座標系の画像へと座標変換する（S608）。この後、CPU4gは各ポリゴンについてZソートアルゴリズム等を用いて隠面処理を行うとともに（S609）、各ポリゴンにテクスチャを貼り付ける等のレンダリング処理を行う。上述の窓のポリゴンには窓指定データによって指定されたテクスチャが貼り付けられる。レンダリング処理がなされた画像はフレームバッファ4nに蓄えられた後、ディスプレイ4fに表示される（S611）。この後、CPU4gは、S602に戻り、1/60秒毎にS603～S611の処理を繰り返し実行する。

【0103】以上、説明したように、本実施形態に係るゲーム機においては、窓指定データを用いて壁に貼り付ける窓の種類を指定することによって、壁に最適な数の窓が自動的に貼り付けられる。窓および壁のポリゴンがゲーム機において組み合わせられるため、予め窓が配置された壁のポリゴンを複数用意する必要がなくなる。したがって、多くの種類の建物をより少ないデータ数で表現することができ、ゲーム機のメモリを有効に使用することが可能となる。なお、窓が配置された建物に限らず、他の物体に本実施形態に係るゲーム機を適用することができることは言うまでもない。例えば、窓が配置された乗り物（バス等）、建物が配置された街、道路が配置された街等、所定の画像が規則的に配置された物体の全てに本実施形態に係るゲーム機を適用することができる。

【0104】（他の実施形態）本発明は、上述した実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変更実施可能である。例えば、背景データの生成とエネミーデータの生成とを別個のハードウェアによって行っても良い。これにより、分散処理が可能となり、複数のオペレータによって作業を行うことにより、短時間で画像作成を完了することができる。但し、この場合には、両ハードウェアにおいて共通のコースデータを使用する必要がある。

【0105】

【発明の効果】本発明によれば以下の効果を得ることができる。

【0106】第1に、3次元画像の作成処理を短時間かつ容易に行うことが可能となる。上述したように、本発明にあっては、ディスプレイ上には視点座標系の画像が表示され、オペレータは対話形式で当該画像の編集を行うことができる。そして、視点座標系の画像は絶対座標系の画像に変換され、この画像のデータはゲーム機に供給される。ゲーム機においては、ゲームの進行に応じて絶対座標系の画像は視点座標系の画像に変換された後、ディスプレイに表示される。すなわち、本発明に係る画像作成システムおよび画像作成方法によれば、ゲーム画面表示時における座標系と同一の視点座標系上において

画像を作成することができる。従って、所望の画像が作成されたか否かの確認のために、作成された画像を視点座標系の画像に変換した後に表示するというような煩雑な作業は一切不要となる。

【0107】また、視点座標の原点（視点）が絶対座標系上の予め定められたコース（軌道）を移動するような場合には、視点から見える画像のみを作成すれば良いため、画像データ全体の容量を削減することができる。さらに、コースの両脇に木の画像を配置するような場合には、コースに対する画像の相対位置が画像作成システム

に入力される。よって、コースの位置の変更に伴い、木の位置も変更されるため、画像作成作業を容易に行うことができる。

【0108】第2に、曲面を滑らかに表示しながらポリゴン数を削減することが可能となる。本発明によれば、コースの湾曲が急な場合には、ポリゴンが細分化されるため、コースの湾曲部を滑らかに表現することができる。一方、コースの湾曲が緩やかな場合には、比較的長いポリゴンが生成される。したがって、コースの湾曲を滑らかに表示しながらも、コース全体のポリゴン数を

削減することが可能となる。

【0109】第3に、ゲーム機等の画像再生装置のメモリを有効に使用することが可能となる。本発明によれば、壁に配置すべき窓の種類を指定することによって、壁に最適な数の窓が自動的に貼り付けられる。窓および壁のポリゴンはゲーム機において組み合わせられるため、予め窓が配置された壁のポリゴンを複数用意する必要がなくなる。したがって、多くの種類の建物をより少ないデータ数で表現することができ、ゲーム機のメモリを有効に使用することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る画像作成システムの概要図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る画像作成装置のブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る画像作成装置の機能ブロック図である。

【図4】本発明の一実施形態に係るゲーム機のブロック図である。

【図5】本発明の一実施形態に係るゲーム画面の一例を表す図である。

【図6】本発明の一実施形態に係るゲーム画面の一例を表す図である。

【図7】本発明の一実施形態に係る画像作成装置の操作持における画面を表す図である。

【図8】本発明の一実施形態に係る絶対座標系および視点座標系を説明するための図である。

【図9】本発明の一実施形態に係る透視変換を説明するための図である。

【図10】本発明の一実施形態に係るスクリーン座標系を説明するための図である。

【図11】本発明の一実施形態に係るコースおよび絶対座標系を表す図である。

【図12】従来の画像作成システムにおけるコースおよび絶対座標系を表す図である。

【図13】本発明の一実施形態に係るテクスチャマッピングを施す前のコースおよび背景画像を表す図である。

【図14】本発明の一実施形態に係るコース、背景およびエネミーを表す図である。

【図15】本発明の一実施形態に係るポリゴン削減アルゴリズムを説明するための図である。

【図16】本発明の一実施形態に係る画像作成システムの動作の概要を表すフローチャートである。

【図17】本発明の一実施形態に係る背景データ作成サブルーチンを表すフローチャートである。

【図18】本発明の一実施形態に係る背景データ作成サブルーチンを表すフローチャートである。

【図19】本発明の一実施形態に係る物体データ作成サブルーチンを表すフローチャートである。

【図20】本発明の一実施形態に係るエネミーデータ作成サブルーチンを表すフローチャートである。

【図21】本発明の一実施形態に係るポリゴン削減サブルーチンを表すフローチャートである。

【図22】本発明の一実施形態に係るゲーム機的作用を説明するための図である。

【図23】本発明の一実施形態に係るゲーム機的作用を表すフローチャートである。

【符号の説明】

1 a 画像作成装置本体（編集手段、座標変換手段、曲率算出手段、ポリゴン発生手段）

1 b ディスプレイ

3 a 指示入力手段

3 b 編集手段

3 c 座標変換手段

3 d 表示手段

3 e 曲率算出手段

3 f ポリゴン発生手段

3 g 制御手段

4 ゲーム機（画像再生装置）

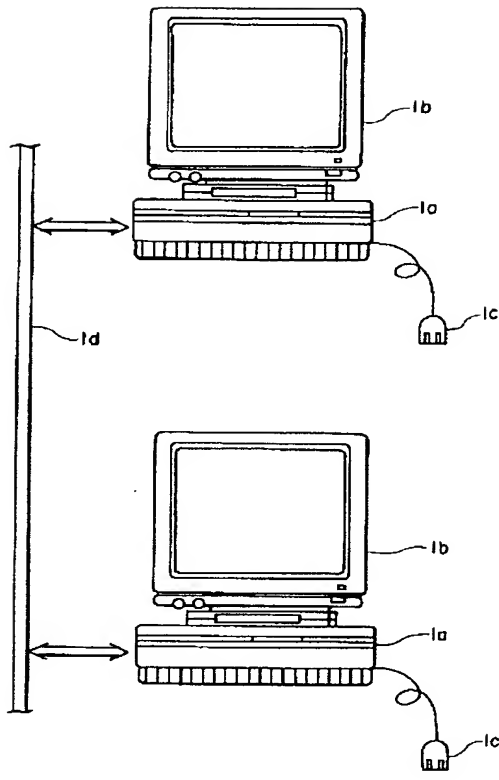
4 d R A M（記憶手段）

4 g C P U（画像配置手段）

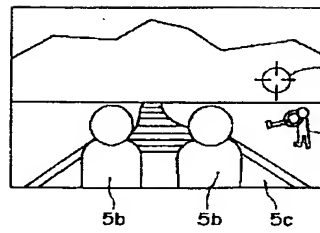
5 a コース（軌道）

5 d エネミー（キャラクタ）

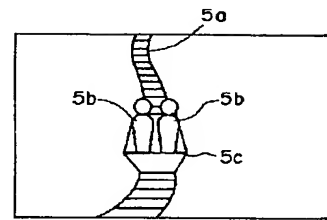
【図1】



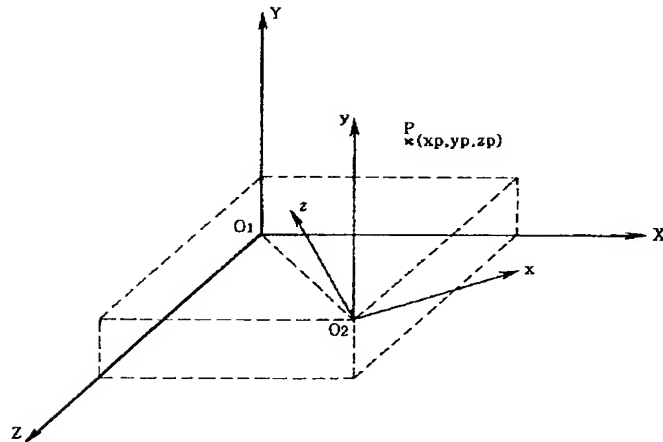
【図5】



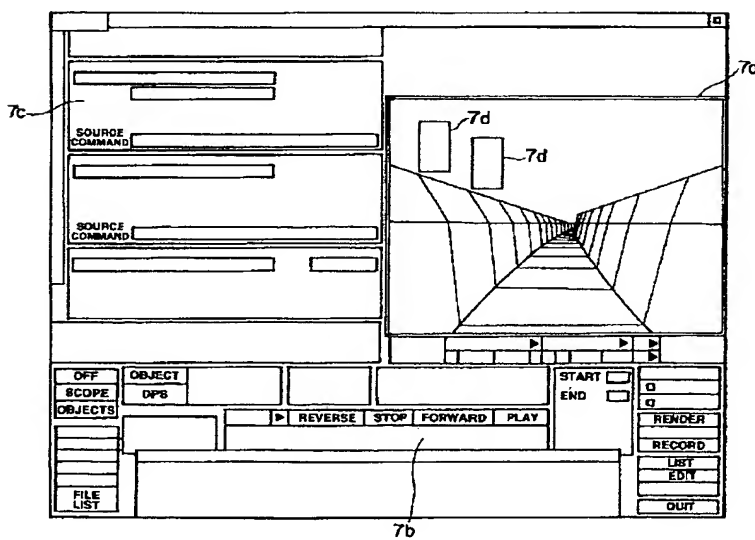
【図6】



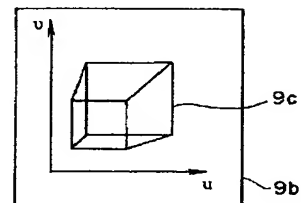
【図8】



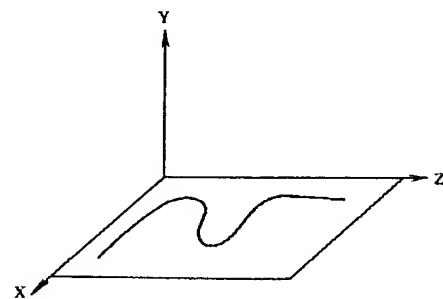
【図7】



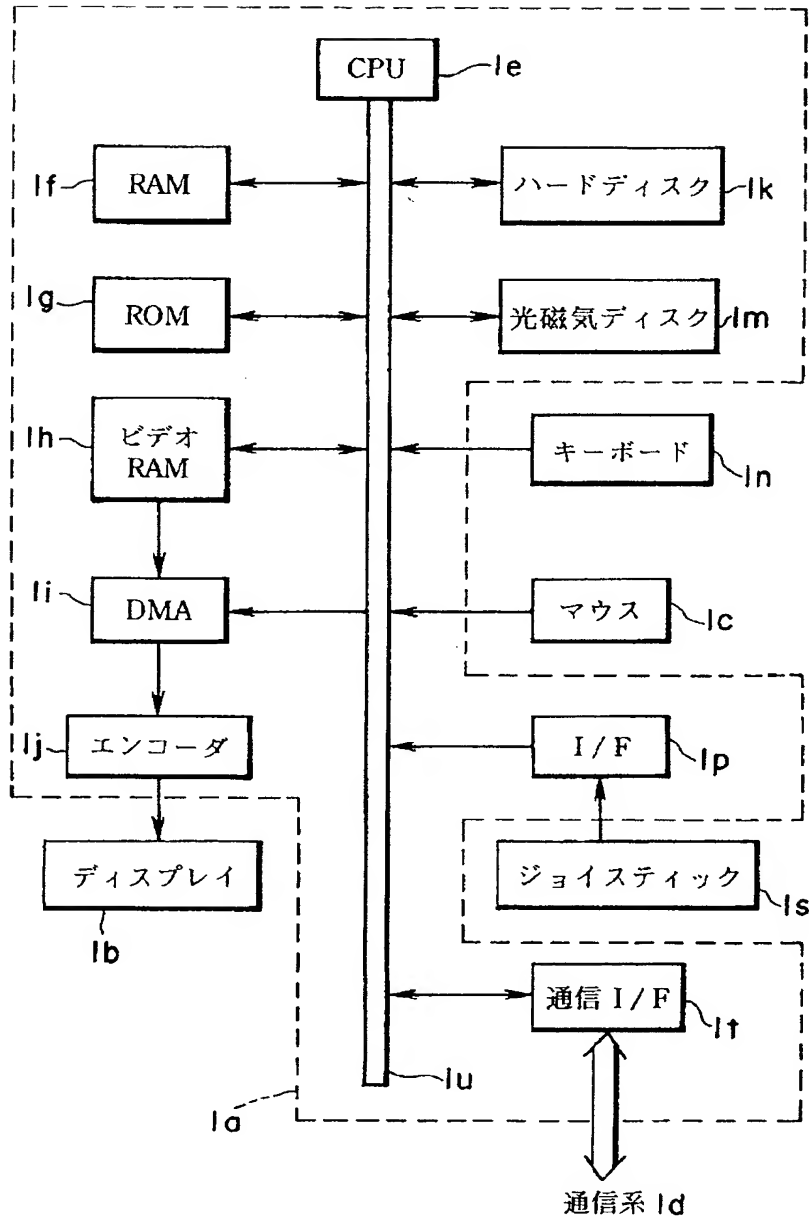
【図10】



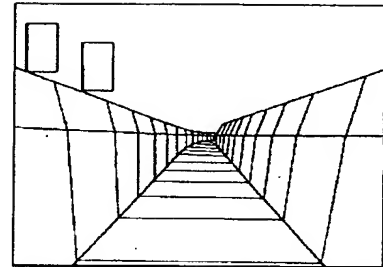
【図11】



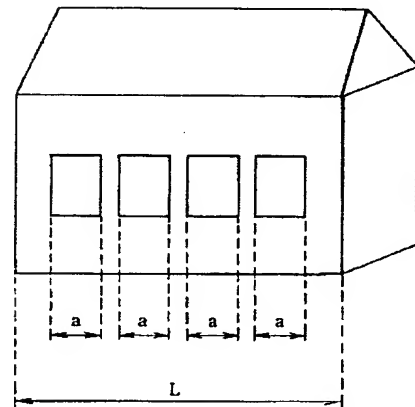
【図2】



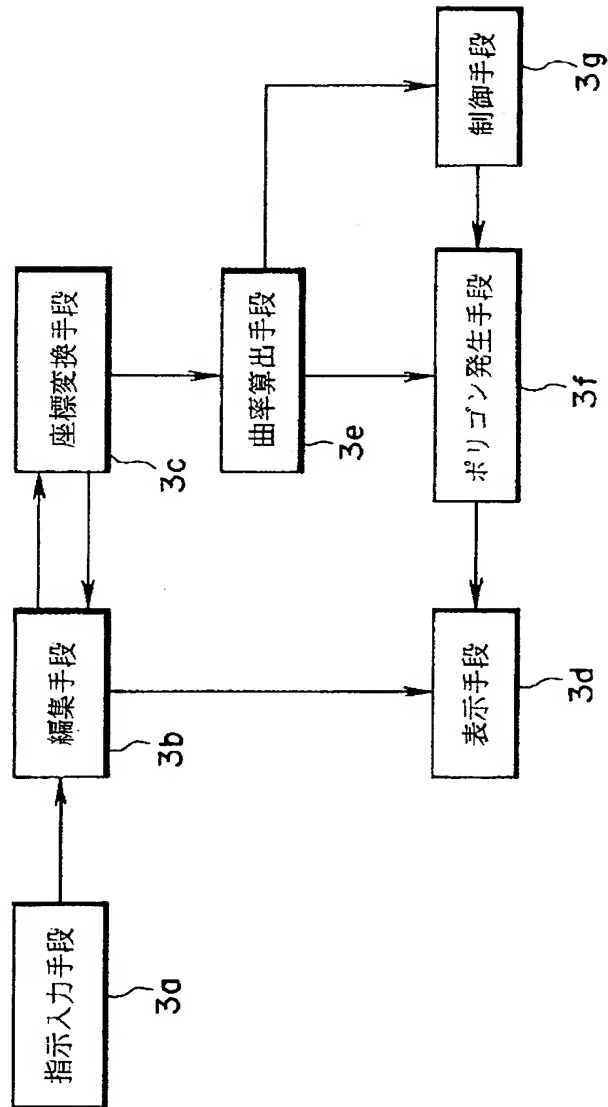
【図13】



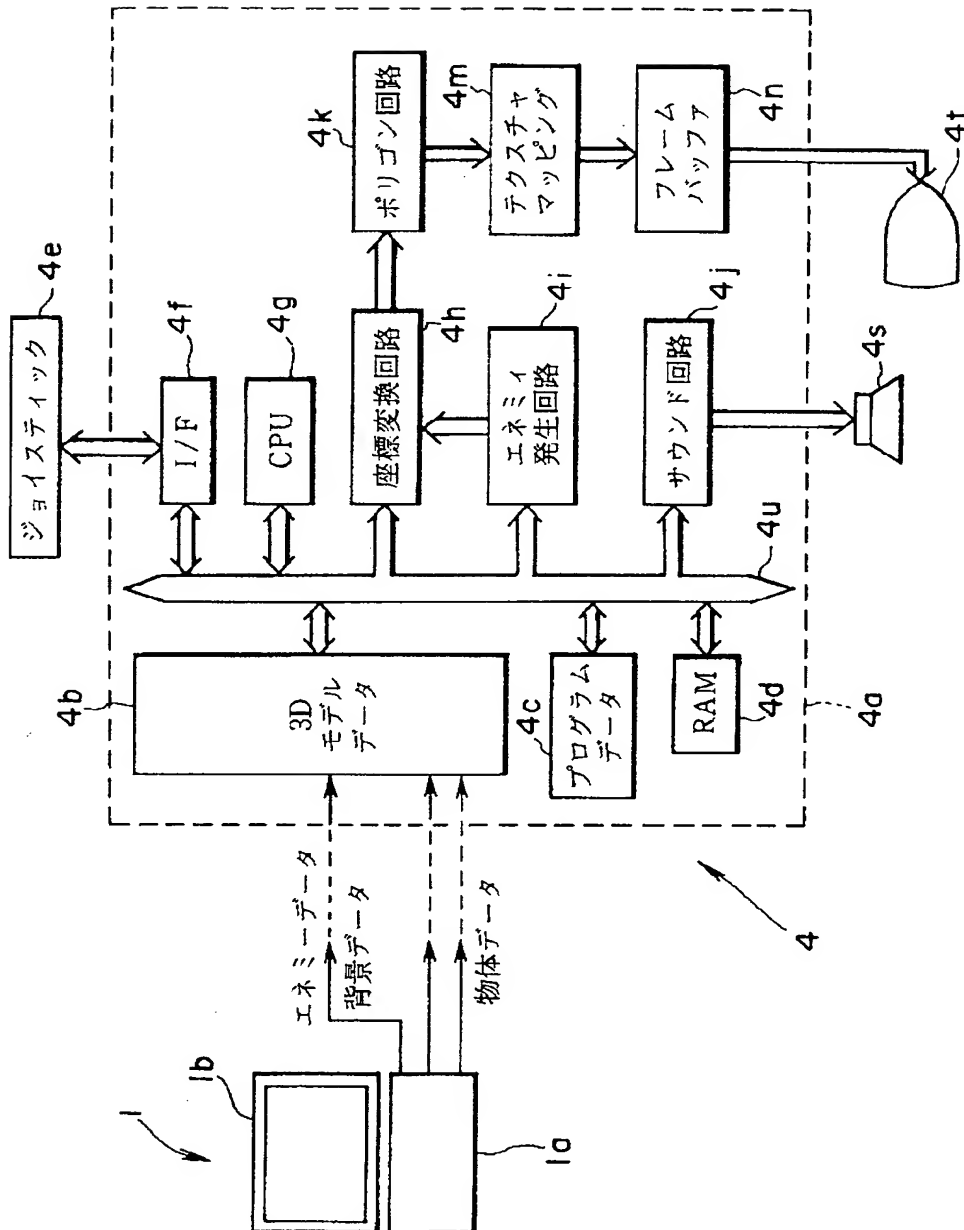
【図22】



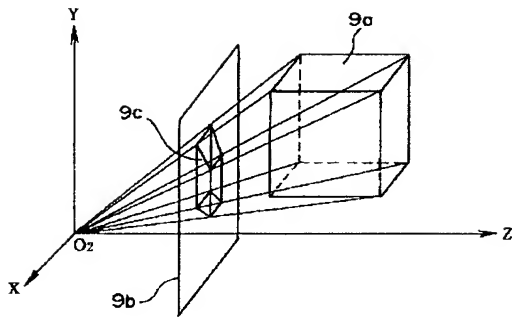
【図 3】



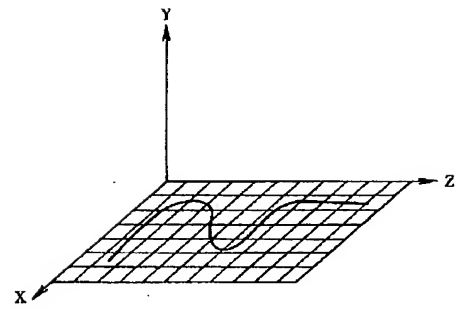
【図4】



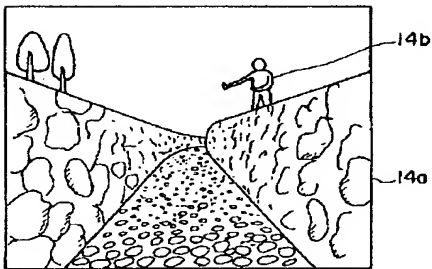
【図 9】



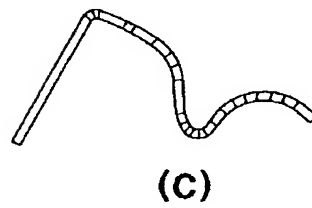
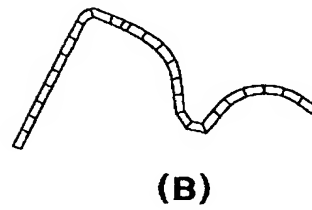
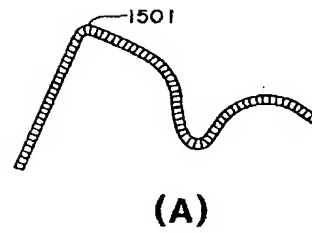
【図 12】



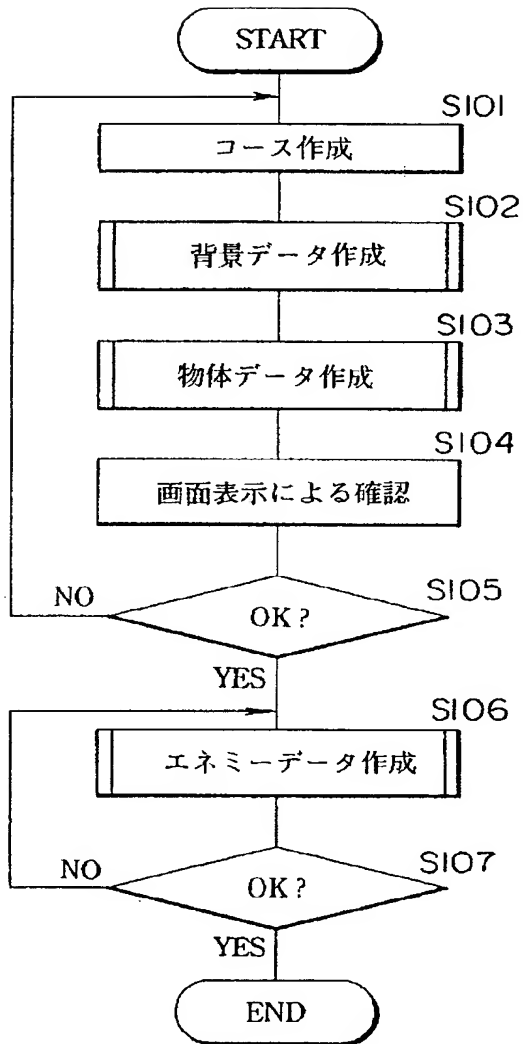
【図 14】



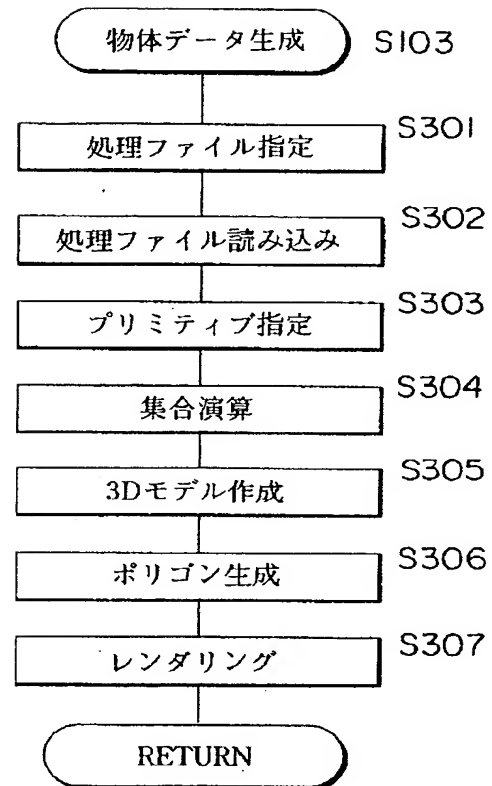
【図 15】



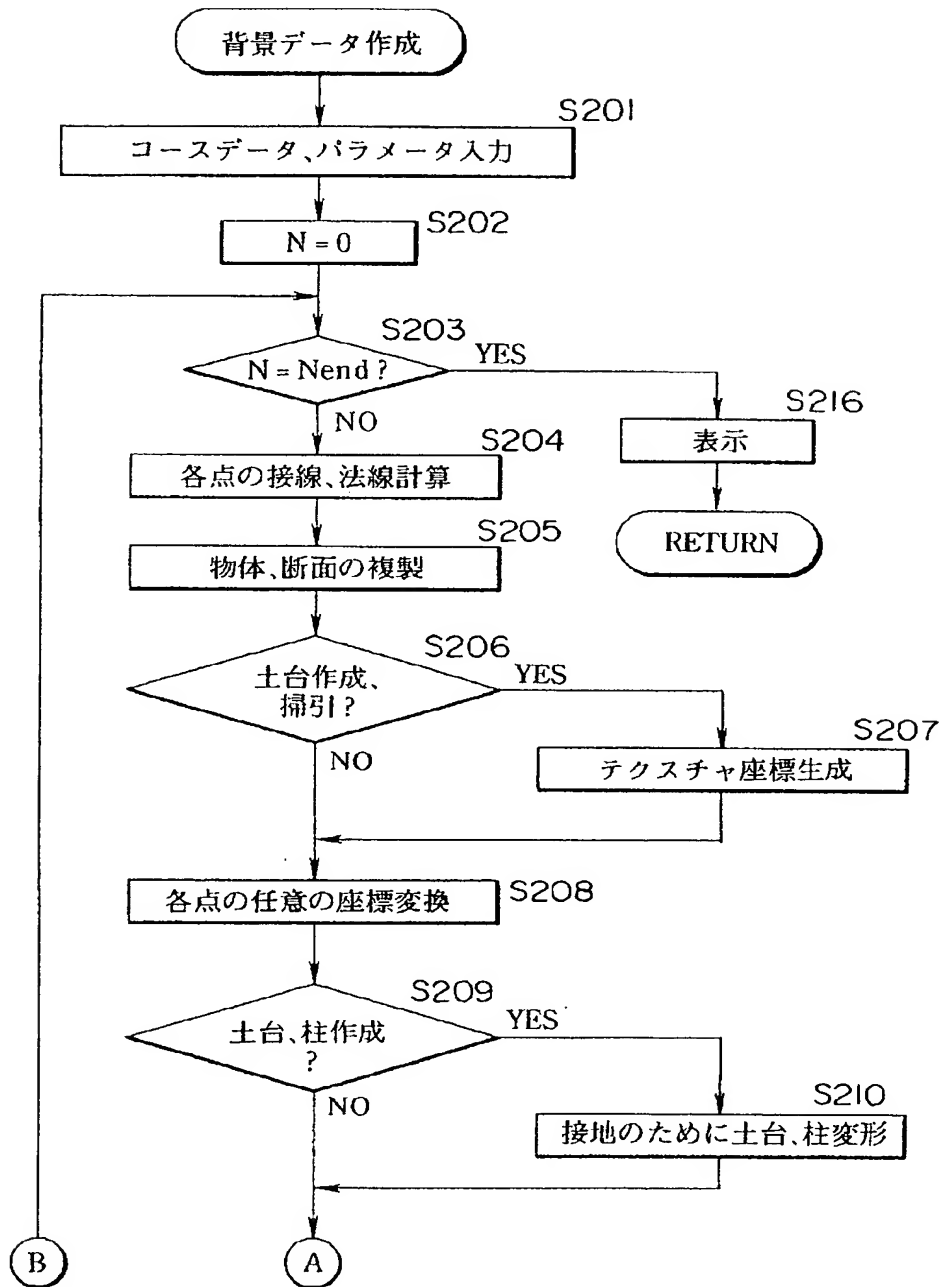
【図16】



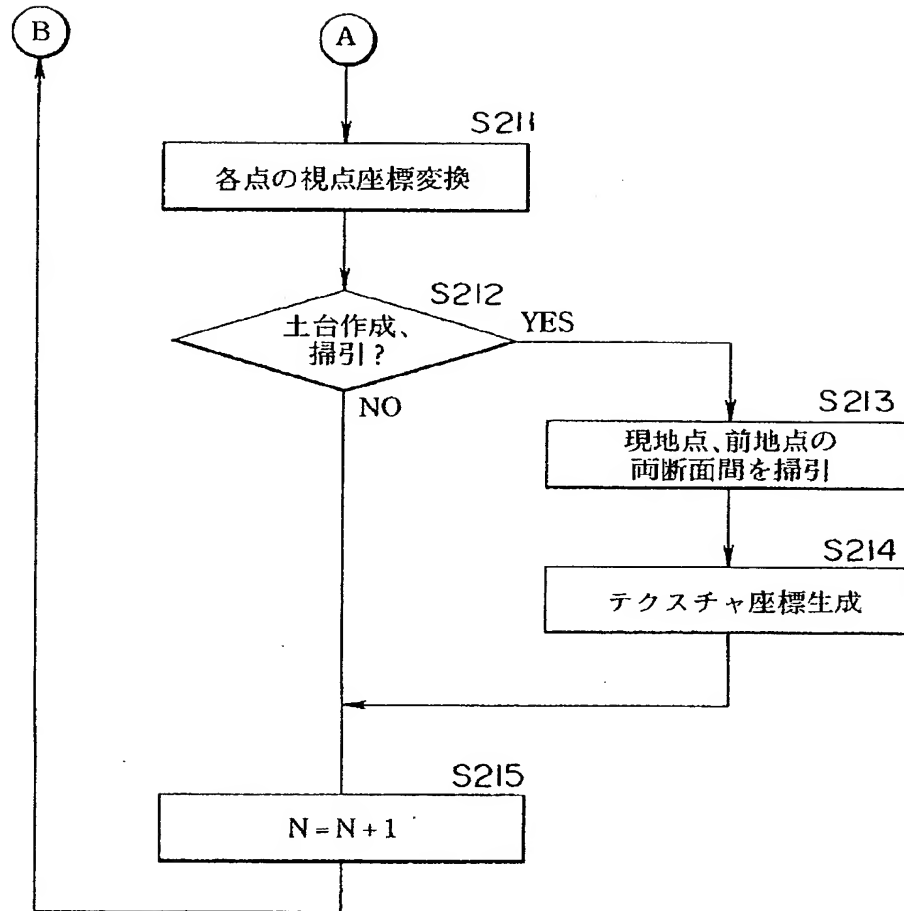
【図19】



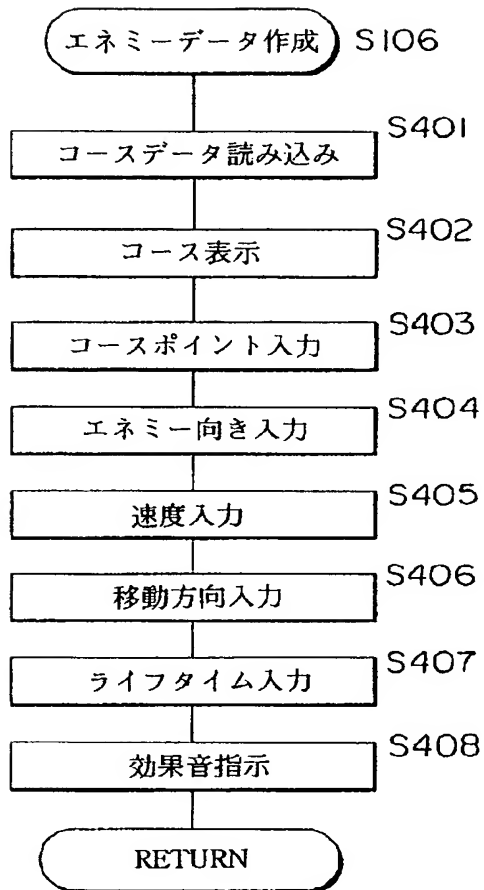
【図17】



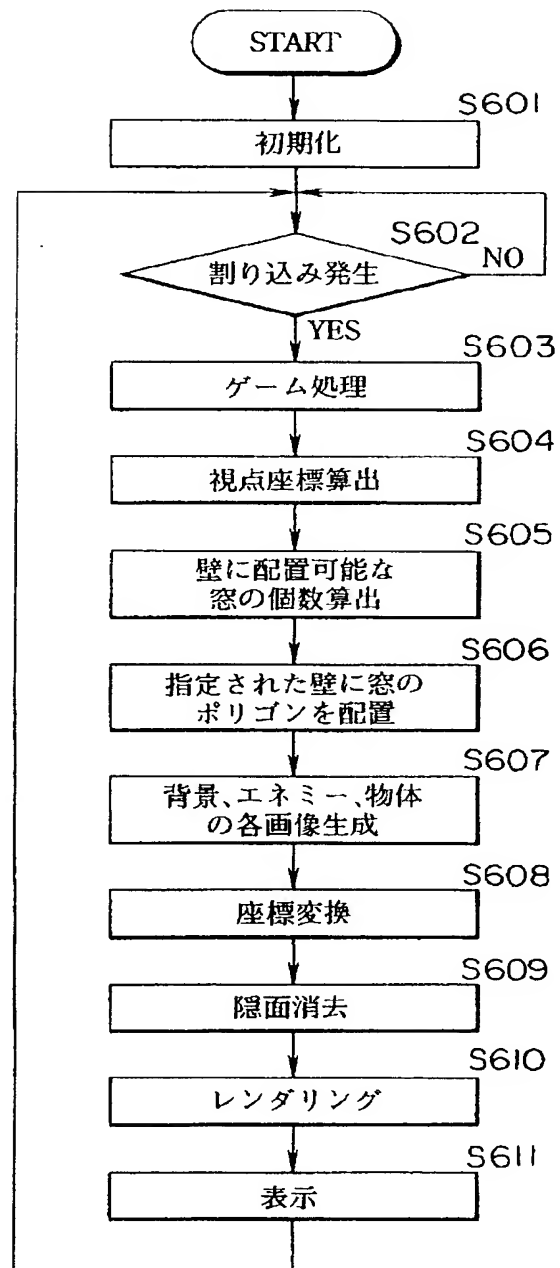
【図18】



【図20】



【図23】



【図21】

